

HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN

ROBERT BOYLE Y EL NACIMIENTO DE LA QUÍMICA MODERNA

Robert Boyle and birth of the modern Chemistry

Carmen María Romero Y. , Luis H. Blanco C.

Laboratorio de Investigaciones Básicas, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia.,
Bogotá, Colombia e-mail: cromero@ciencias.ciencias.unal.edu.co

RESUMEN

Aunque Robert Boyle es bien conocido por sus estudios sobre la elasticidad de gases a partir de los cuales se obtuvo la así llamada Ley de Boyle, menos conocido en la actualidad es el papel que desempeñó en el nacimiento de la Química moderna, como una rama independiente de la Ciencia. Se presenta aquí un panorama de su contribución a la interpretación de la estructura de la materia y de su influencia en el desarrollo de la Química.

Palabras clave: Boyle, filosofía mecánica, historia de la química, gases, elemento.

Abstract

Eventhough Robert Boyle is well known for his studies on the elasticity of gases from which Boyle's Law was obtained, less known is at present time the role he had in the birth of modern Chemistry as an independent branch of Science. A view of his contribution to the interpretation of matter structure and his influence in the development of Chemistry is presented.

Key words: Boyle, mechanical philosophy, history of chemistry, gases, element.

Robert Boyle (1627-1691) nació en Lismore, Irlanda, en el seno de una noble y acaudalada familia y gracias a su boyante situación económica, recibió una excelente educación y pudo dedicarse por afición a la investigación. Desde 1645 hizo parte de un grupo de científicos y filósofos conocido como Invisible College (Moore, 1931), quienes se reunían inicialmente en Dorset, para efectuar experimentos y discutir teorías. Posteriormente este grupo reunido en Londres y bajo el patronato de Carlos II, creó en 1662 la Royal Society of London para la promoción del aprendizaje físico-matemático (Dampier, 1950. Rose, 1971).

Para ese entonces la situación en Europa era bastante compleja. Por una parte la visión del mundo y la naturaleza eran esencialmente aristotélicas, pero complementadas con las ideas alquímicas provenientes de Egipto y Alejandría, que habían llegado a Europa a través de los árabes (Taton, 1971). El razonamiento alquímico se basaba en dos principios fundamentales (Read, 1963):

- La unidad de la materia, lo que implicaba necesariamente la inexistencia del vacío.
- La existencia de un agente transmutador conocido como la piedra filosofal y que se consideraba el motor necesario para alcanzar la perfección de los metales.

Estas ideas no presentaban contradicciones fundamentales con la filosofía aristotélica dominante durante la Edad Media. Es mas, facilmente se hicieron compatibles con la tesis de la unidad de la materia y de que todas las cosas tienden a la perfección. Por ello fueron aceptadas y asimiladas como verdades incuestionables, que además eran defendidas con ahínco por la gran mayoría de los estudiosos de la época.

Pero a Europa no sólo llegó la doctrina aristotélica. También llegaron las ideas atomistas de los griegos Leucipo y Demócrito de Abdera claramente expresadas en el poema “De Rerum Natura” de Lucrecio (S. I d. c.). En esta obra se exponía claramente la teoría de los átomos o partículas minúsculas con forma y tamaño real, a partir de los cuales se explicaban las propiedades de los elementos y explícitamente se planteaba la existencia del vacío, en donde se mueven al azar y continuamente, los átomos inalterables de los cuatro elementos: aire, fuego, agua y tierra. Adicionalmente y a través de los Tratados de Herón de Alejandría (S. I d.c.) los europeos pudieron conocer sus experimentos y las mas importantes conclusiones de los mismos: la naturaleza material del aire y la existencia del vacío (Taton, 1971).

Las ideas expuestas en las obras mencionadas no tuvieron mayor aceptación en un principio. Aunque a partir del s. XVI tuvieron alguna difusión, la mayoría sostenía la opinión ortodoxa que negaba la existencia de los átomos y naturalmente, la existencia del vacío. Solo algunos pocos científicos progresistas como Galileo, Torricelli y en especial Gassendi, adoptaron la teoría atómica y trataron mediante ella de encontrar una explicación mecánica a la naturaleza que excluyera las fuerzas mágicas y misteriosas que se invocaban y que constituían la explicación fundamental de los fenómenos de la naturaleza.(Bernal, 1997). Es mas, Torricelli, inventor del barómetro en 1643, utilizó sus experimentos para demostrar a partir de resultados concretos y verificables, la existencia del vacío. (Leicester, 1967).

Adicionalmente y por la misma época, un filósofo inglés defensor de la explicación atómica de la naturaleza, Francis Bacon, senta las bases de una nueva y revolucionaria forma de hacer investigación científica. En su obra “Novum Organum” (1620), se presenta el método científico como un instrumento para investigar y como un proceso que debe iniciarse, abandonando las ideas preconcebidas y los hábitos frecuentes como la subjetividad, los prejuicios, la inexactitud del lenguaje y en general, todos aquellos obstáculos para la adquisición del conocimiento. El método o plan de Bacon se basaba en la experimentación confiable y culminaba con la formulación de leyes generales que pueden ser confirmadas experimentalmente y deben señalar nuevos aspectos del fenómeno estudiado. (Taylor, 1962).

Todos estos factores, las ideas atomistas, la reivindicación de la experimentación cuidadosa y confiable, el decisivo rechazo a las doctrinas establecidas y a todo tipo de explicación que no tuviese un sustento experimental comprobable, así como la importancia de disponer de un método que elimine la subjetividad y la especulación del proceso científico, fueron los que influyeron de manera definitiva para que Boyle organizara toda su actividad en busca de una explicación mecánica de la naturaleza, basada en resultados experimentales.

El estudio de las propiedades del aire.

Durante el s. XVII los estudios sobre las propiedades de los gases adquieren gran importancia. Los experimentos de Galileo y posteriormente de Torricelli mostraron que de ellos puede partir el desarrollo de una nueva teoría sobre la naturaleza, así que varios científicos como von Guericke, van Helmont y el mismo Boyle orientaron todos sus esfuerzos en esta dirección.

Los resultados de las publicaciones de Boyle fueron publicados en 1660 bajo el título “New Experiments Physicomechanical, touching the spring of Air and its Effects”. En esta obra describió los experimentos realizados para verificar la elasticidad del aire, utilizando una bomba diseñada por él mismo y que mejoraba la que había sido inventada por von Guericke (Jeans, 1958. Moore, 1931). A partir de los resultados, concluía que la relación inversa entre la presión y el volumen del aire podía explicarse si las partículas de gas se consideran como resortes o corpúsculos diminutos. Mostraba además, que el aire era necesario para que se efectuara la transmisión de sonido dentro de una campana, para que las velas puedan arder y para la vida misma, concluyendo de ello que el aire tiene carácter material.

Posteriormente, en 1662, se presentó una segunda edición de su obra a la cual se añadió un apéndice tomado de la respuesta de Boyle a los ataques de Franciscus Linus la que se conoce como “A Defense of the Doctrine touching the spring and weight of the Air” (Hurd y Kipling, 1964. Harré, 1986). En este apéndice se encuentran las tablas de datos que demuestran la relación inversa entre la presión y el volumen del aire, conocida como Ley de Boyle: $P \propto 1/V$ y que algunos llaman Ley de Boyle-Mariotte ya que fué este último quien adicionó la condición de temperatura constante que no fué explícitamente planteada por Boyle.

Es importante señalar que es precisamente Boyle, uno de los primeros en publicar en forma detallada la descripción y los resultados de sus experimentos, incluso de los que no tuvieron éxito (“On the Unsuccessfulness of Experiments”), rompiendo la costumbre alquimista ampliamente difundida de utilizar un lenguaje figurado y representaciones simbólicas que permitieran mantener entre los iniciados, los secretos y misterios concernientes a los procesos de transmutación y de obtención de la piedra filosofal. Esta costumbre de comunicar los datos concretos, incluso sin darles en algunos casos una interpretación teórica, por considerar que la validez y utilidad del dato concreto no deben quedar sujetos a la validez de una teoría, fué duramente criticada por varios de sus colegas. Al respecto Huygens, afirmaba que los descubrimientos importantes realizados por Boyle, eran muy pocos en relación con la cantidad de trabajo experimental reportado (Butterfield, 1965).

El Químico Escéptico y el Nacimiento de la Química Moderna.

Son varias las obras de Boyle en donde se analizan las propiedades de la materia y se busca una explicación en términos corpusculares de problemas médicos y químicos. Algunas de ellas son: “Of the Reconcilableness of Specific Medicines to the Corpuscular Philosophy”, “Experiments about the Mechanical Origin or Production of Particular Qualities” y “The origins of Forms and Qualities

according to the Corpuscular Philosophy”. En ellas plantea que el universo puede explicarse a partir de tres principios: materia, movimiento y reposo. Acerca de la materia, afirma que está formada por partículas o minima naturalia muy pequeñas e indivisibles que están en movimiento y se adhieren formando agregados cuyas diferencias en configuración, tamaño y posición son las que explican las diferentes características de los cuerpos físicos. (Taylor, 1962. Butterfield, 1965).

De todas las obras de Boyle, la mas trascendente e importante es “The Sceptical Chymist: or Chymico-Physical Doubts and Paradoxes” (1961). En ella plantea sus ideas acerca de la naturaleza y ubica por primera vez la Química como una rama de la Filosofía Natural independiente de la Medicina, la Alquimia y la Iatroquímica. Está escrita en forma de diálogo entre Carneades, el Químico escéptico que representa las ideas de Boyle, Themistus representante de los defensores del sistema aristotélico, Philoponus representante de los alquimistas y Eleutherius un observador interesado.(Giunta, 1997)

En esta obra y en boca de Carneades, Boyle desarrolla su filosofía corpuscular y con lógica y argumentos ataca de manera contundente los cimientos del sistema aristotélico y de la alquimia, especialmente los principios de Paracelso y sienta las bases de la Química moderna. Entre los aspectos mas relevantes que allí se plantean están la concepción de la estructura de la materia y dentro de ello, la introducción del concepto de elemento que posteriormente sería retomado y desarrollado por Lavoisier. La definición dada por Boyle es la siguiente:

I now mean by Elements, as those Chymist that speak plainest do by their Principles, certain primitive and simple, or perfectly unmingled bodies; which not being made of any other bodies, or of one another, are the Ingredients of which all those call'd perfectly mixt Bodies are immediately compounded, and into which they are ultimately resolved (Read, 1963. Giunta, 1997).

Esta definición, práctica y basada en un criterio netamente experimental, lo llevó también a analizar las diferencias entre compuestos y mezclas simples, así como su relación con los elementos constituyentes (Butterfield, 1965):

En una mezcla, los cuerpos que de hecho entran, conservan cada uno sus propiedades características y son fáciles de separar los unos de los otros; en una combinación, las partes constituyentes pierden sus

propiedades primitivas y son difíciles de separar (Traducido de Hoefer, 1872).

Muchos otros fueron los campos de la Química, de la Física y de la Medicina, en que incursionó Boyle para buscar una explicación mecánica de la naturaleza. Mientras que muchos de sus experimentos fueron exitosos y los resultados dieron un apoyo importante a sus teorías, otros dieron lugar a conclusiones erróneas, en especial la de considerar la posibilidad de transmutación de los metales, aspecto que ha sido erróneamente considerado por algunos, como una aceptación de las ideas alquímicas por parte de Boyle, cuando en realidad fué el resultado de considerar, equivocadamente, que los metales no eran elementos en la acepción que daba al término y que por ello, a partir de uno se podía obtener por descomposiciones y recomposiciones, otros metales.

El mayor aporte de Boyle, sin duda está en haber elaborado y desarrollado a lo largo de su vida un plan de actividades que le permitió sentar las bases teóricas, experimentales y metodológicas necesarias para iniciar el desarrollo de la Química, como una ciencia independiente de la Medicina y de la Física, liberándola de la subjetividad, el dogmatismo y la explicación mágica prevalecientes durante la Edad Media. Como él mismo afirma:

Yo he considerado la Química, no como lo haría un médico o un alquimista, sino como lo haría un filósofo. He trazado el plan de una filosofía química que me gustaría ver terminado... Si los hombres aprecian de todo corazón el progreso de la verdadera ciencia, por encima de su propia reputación, será fácil hacer entender que el servicio mas grande que pueden ofrecer al mundo es dedicar toda su atención a realizar experimentos, a recopilar observaciones, sin buscar establecer una teoría antes de haber dado la solución a todos los fenómenos que se puedan presentar. (Traducido de Hoefer, 1872)

Bibliografía.

Bernal, J. D. Historia Social de la Ciencia, I 7ª de. Ediciones Península, Barcelona, 1997.

Butterfield, H.. The Origins of Modern Science. Ed. revisada. The Free Press, New York., 1965.

Dampier, W. C.. Historia de la Ciencia y de sus relaciones con la Filosofía y la Religión. Aguilar, México,

1950.

Giunta, C.. Carmen Giunta's Classic Chemistry Page: Selected Classic Papers from the History of Chemistry. <http://maple.lemoyne.edu/~giunta/index.html>, 1997.

Harré, R.. Grandes Experimentos Científicos. Ed. Labor, Barcelona, 1986.

Hoefer, F.. Histoire de la Physique et de la Chemie. Libraire Hachette, Paris, 1872.

Hurd, D. L. y Kipling, J. J. Eds. The Origins and Growth of Physical Science. I. Penguin Books, Middlesex. Jeans, J.. The growth of Physical Science. 2a ed. Premier Books, New York, 1967.

Leicester, H. M. Panorama histórico de la Química. Editorial Alhambra, Madrid, 1967.

Moore, F. J. A History of Chemistry. 3a. de. McGraw-Hill, New York, 1931.

Read, J. Through Alchemy to Chemistry. Harper & Row, New York, 1963.

Rose, H. y Rose S.. Science and Society. Penguin, Middlesex, 1971.

Taton R. Director.. Historia General de las Ciencias. I, II. Ediciones Destino, Barcelona, 1971.

Taylor, F. S. Science. Past and Present. 2a ed. Mercury Books, London, 1962.